Faculté des Sciences de l'Université d'Alger

ACTION PHYSIOLOGIQUE

DE

QUELQUES POISONS MINÉRAUX

SUR LA CELLULE VÉGÉTALE

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

PRÉSENTÉ A LA FACULTÉ DES SCIENCES D'ALGER POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

(Botanique)

PAR

P. TOURBEZ

Jury d'examen ..... { MM. R. MAIRE, *Président.*
RRIVES, *Assesseur.*
NICOLAS, *id.*

ALGER
IMPRIMERIE BALDACHINO-LARONDE-VIGUIER

1912

Faculté des Sciences de l'Université d'Alger

ACTION PHYSIOLOGIQUE

DE

QUELQUES POISONS MINÉRAUX

SUR LA CELLULE VÉGÉTALE

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

PRÉSENTÉ A LA FACULTÉ DES SCIENCES D'ALGER POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

(Botanique)

PAR

P. TOURBEZ

Jury d'examen ..... { MM. R. MAIRE, *Président.*
RRIVES, *Assesseur.*
NICOLAS, *id.*

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

ALGER
IMPRIMERIE BALDACHINO-LARONDE-VIGUIER

1912

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ D'ALGER

Doyen	M. FICHEUR.
Assesseur	M. THOMAS.
Doyen et Professeur honoraire	M. THÉVENET.

Professeurs	MM.
Astronomie	GONNESSIAT.
Botanique générale	R. MAIRE.
Chimie générale	MULLER.
Chimie appliquée	POUGET.
Géologie et Minéralogie	FICHEUR.
Mathématiques générales	CARRUS.
Minéralogie appliquée	BRIVES.
Physique	THOMAS.
Zoologie générale	VIGUIER.

Professeurs-adjoints	
Géographie physique du Sahara	FLAMAND.
Zoologie appliquée	BOUNHIOL.

Chargés de cours	
Botanique générale	NICOLAS.
Chimie générale	FOIX.
Physique industrielle	VÉRAIN.
Zoologie générale	SEURAT

ACTION PHYSIOLOGIQUE

DE

QUELQUES POISONS MINÉRAUX

SUR LA CELLULE VÉGÉTALE

INTRODUCTION

Parmi les substances habituellement réunies sous la dénomination de « poisons », les unes, d'origine organique, ont fait l'objet de nombreuses recherches physiologiques, les autres, d'origine minérale, n'ont guère attiré l'attention quant à leur action possible sur les diverses fonctions de la cellule végétale. Dans cette dernière catégorie des « poisons minéraux », les sels des métaux lourds du groupe chimique du cuivre sont connus par leur toxicité énergique, qui se manifeste rapidement et souvent ne tarde pas à provoquer dans le protoplasme des modifications peu connues, dont la conséquence immédiate est la mort de la cellule.

Mais les « substances nutritives » cessèrent d'être opposées aux « substances toxiques » quand on reconnut que beaucoup « d'aliments » pouvaient, dans des conditions déterminées, agir à la façon des « poisons » et qu'inversement, ces derniers n'exercent pas une influence nécessairement préjudiciable à la vie cellulaire, mais peuvent la stimuler.

Il résulte, en effet, de nombreuses expériences que toute substance, rapidement mortelle pour le protoplasme pour une concentration déterminée, peut, employée en

quantités minimes, provoquer une excitation et favoriser, d'une façon transitoire ou durable, les transformations de substances et d'énergie. Cette action favorable résulterait d'une réaction régulatrice de la cellule et se manifesterait surtout dans les échanges gazeux respiratoires.

Dans le présent travail, j'ai cherché à étudier le phénomène respiratoire sous l'influence de solutions de sublimé, de nitrate d'argent ou de sulfate de cuivre, toutes substances fréquemment employées comme insecticides ou anticryptogamiques, et dont les cathions présentent entre eux certaines affinités chimiques. Mais la respiration, déjà très complexe dans les conditions normales, devient presque impénétrable dans les conditions expérimentales où elle est influencée par de nombreux facteurs sur lesquels agissent également les substances précédentes.

Avant d'entreprendre l'étude de la respiration, j'ai dû considérer la croissance et quelques phénomènes s'y rattachant, ce qui m'a conduit à distinguer les chapitres suivants :

1° Croissance.
2° Dissolution de l'amidon.
3° Formation de l'amidon.
4° Respiration.

I. — CROISSANCE

Les recherches ont porté soit sur la croissance totale, soit sur la croissance de la substance vivante, mais les procédés expérimentaux variaient peu d'un cas à l'autre.

Technique expérimentale : Dans le premier cas, les organes (embryons de haricots dépourvus de cotylédons) sont pesés (ce qui donne le poids frais primitif), placés pendant un temps déterminé sur les solutions salines, puis pesés de nouveau après avoir été rapidement séchés sur du buvard fin. L'augmentation de poids, rapportée à l'unité de poids frais, représente très sensiblement la croissance.

Dans le second cas, on opère de la même façon, mais les embryons sont préalablement tués par congélation ou par le chauffage à 110° pendant un quart d'heure. La différence entre les variations de poids, par unité de poids frais, constatées dans les deux cas, indique la croissance du protoplasme vivant ou lui est proportionnelle.

Pendant la durée de l'expérience, il est nécessaire d'éviter les variations de volume et de concentration du liquide employé, car l'action toxique de celui-ci est sous la dépendance de ces deux facteurs.

Résultats : A *Sublimé.* — La concentration des solutions a varié de 1 : 100 à 1 : 1.000.000.000.

1° Les solutions aqueuses de sublimé agissent toujours défavorablement sur la croissance des embryons de haricots privés de cotylédons : les effets sont d'autant plus prompts que la concentration est plus grande. Pour une concentration déterminée, ils dépendent de la durée de l'expérience.

Les solutions de concentration supérieure à 1 : 5000 sont rapidement mortelles.

2° L'évaluation du poids sec par unité de poids frais conduit à répartir les solutions expérimentées en deux groupes :

a) Si la concentration de la solution est supérieure à 1 : 1000, le poids sec par unité de poids frais est supérieur au poids sec normal et s'élève quand la concentration augmente.

b) Pour les concentrations moindres que 1 : 1000, le contraire s'observe : le poids sec est inférieur au poids sec normal et varie en sens inverse de la concentration.

3° La formation d'albuminoïdes vivants est retardée : le retard varie comme la concentration de la solution et la durée de l'expérience.

B. *Nitrate d'argent.* — Concentrations de 1 : 1000 à 1 : 1.000.000.000. Résultats très semblables à ceux obtenus avec le bichlorure de mercure : toutefois les solutions très diluées (concentrations inférieures à 1 : 500.000.000) peuvent avoir une action fugace et favorable dès les premières heures.

C. *Sulfate de cuivre.* — Concentrations de 1 : 1000 à 1 : 1.000.000.000.

1° Solutions concentrées (1 : 10.000 à 1 : 1000) exercent toujours une action défavorable.

2° Solutions moyennement concentrées (voisines de 1 : 100.000) favorisent la croissance pendant vingt-quatre heures environ, puis la retardent.

3° Solutions diluées (1 : 1.000.000 à 1 : 1.000.000.000) manifestent encore une action favorable après soixante et douze heures.

4° Le poids sec par unité de poids frais est inférieur au poids sec normal, sauf pour les solutions très diluées.

5° Les concentrations voisines de 1 : 100.000.000 favorisent à la fois la croissance et la formation des substances vivantes.

Dans tous les cas où la croissance est retardée, les modifications observées sont sensiblement les mêmes :

Extérieurement : Incurvation ou enroulement de la radicule.

Coloration de la radicule par imprégnation : en brun avec le sublimé, en violet sombre avec le nitrate d'argent, en vert avec le sulfate de cuivre.

Retard dans l'allongement de l'embryon.

Intérieurement : Coloration des membranes.

Concentration, puis coagulation du protoplasme coloré en brun par les solutions concentrées.

Suppression des phénomènes karyokinétiques.

Retard dans la digestion des réserves amylacées.

Aucun phénomène de désorganisation ne se manifeste

au sein de la cellule : les substances en solution sont considérées en effet comme d'excellents « fixateurs » dans la pratique histologique.

L'emploi d'organes excessivement sensibles, tels que les radicules de jeunes plantules de haricots cultivées en « solutions aqueuses » montre que :

1° Dans aucun cas l'action de la substance dissoute n'est brusque : elle est toujours progressive, en rapport avec la concentration, et précédée d'une période d'inactivité. La fin de la « latence » est marquée par la coloration brune de la racine qui, abandonnant sa direction verticale primitive, subit des phénomènes anormaux de courbure et de torsion.

2° Les effets accélérateurs des solutions très diluées s'atténuent avec le temps et finissent par disparaître.

L'examen microscopique de coupes minces et colorées d'embryons ayant séjourné sur des solutions de sublimé, de nitrate d'argent, ou sur des solutions concentrées de sulfate de cuivre, montre que, dans tous les cas, les divisions nucléaires sont très rares. En conséquence, la croissance des embryons doit être attribuée à l'accroissement en volume des cellules. et non à leur multiplication. Cette augmentation de volume résulte d'une variation de turgescence, provenant elle-même d'une inégalité dans les pressions osmotiques des liquides placés de part et d'autre de la membrane cellulaire.

Cette observation montre qu'un poids frais déterminé d'organes renfermera toujours sensiblement le même nombre de cellules et les mêmes cellules, et que par suite les variations de ses principales caractéristiques (poids, volume, poids sec, coefficient respiratoire) refléteront pour ainsi dire en les amplifiant celles de chaque cellule. Les résultats se rapportant à l'unité de poids frais primitif peuvent donc être considérés comme imputables à la cellule.

II. — SACCHARIFICATION DE L'AMIDON

Procédé expérimental. — Les embryons de haricots, privés de leurs cotylédons et aussi semblables que possible, sont répartis sur les solutions salines à l'obscurité. A des intervalles connus, on prélève dans chaque lot des échantillons dont on dose l'amidon. En comparant la teneur en amidon à la teneur primitive, et à celle des embryons correspondants du lot témoin, on peut suivre la digestion de la substance amylacée.

Le dosage de l'amidon consiste à compter les grains contenus dans un volume déterminé de substance : il comporte les opérations suivantes :

1° Broyage des embryons dans un volume connu de solution iodo-iodurée, jusqu'à coloration intense des grains d'amidon.

2° Remplissage d'une « cellule » avec une goutte de la bouillie, diluée et rendue homogène au moyen d'un tube mélangeur.

3° Numération des grains d'amidon au moyen d'un oculaire micrométrique quadrillé. Cette méthode rapide donne des résultats pratiquement exacts, et peu différents d'ailleurs de ceux fournis par les procédés chimiques.

Résultats. — Ils diffèrent peu d'une substance à l'autre :

1° Les solutions salines retardent toujours la dissolution de l'amidon ; pour chaque sel, il existe une concentration limite qui arrête la transformation en sucres.

2° Cette concentration limite ne correspond pas toujours à celle déterminée dans les expériences précédentes pour l'arrêt de la croissance : peu différente dans le cas du sulfate de cuivre et du nitrate d'argent, elle lui est inférieure pour le sublimé.

3° In vitro, la transformation diastasique de l'amidon en sucres est suspendue par des quantités très faibles de solutions salines très diluées, tandis que dans les

embryons, cet arrêt ne se manifeste que pour des concentrations relativement considérables : il y a « antagonisme » très net du protoplasme vivant vis-à-vis des sels dissous.

III. — AMYLOGENÈSE

Les organes utilisés (Embryons de haricots séparés de leurs colydéons, feuilles étiolées de fèves ou de haricots, tiges étiolées de haricots), tous susceptibles d'acquérir des quantités importantes d'amidon aux dépens de substances sucrées, sont d'abord totalement privés d'amidon par un séjour suffisant, soit à l'air libre dans l'obscurité, soit dans une atmosphère dépourvue de gaz carbonique et à la lumière. Ils sont ensuite déposés sur des solutions salines sucrées, dans les conditions expérimentales les plus favorables à la formation de l'amidon ; ces conditions optima étant, pour chaque espèce d'organes, déterminées par des expériences préalables.

Pour les embryons de haricots, elles sont les suivantes à l'obscurité :

Substance dissoute : saccharose.
Concentration de la solution : 10-12 %.
Température moyenne : 18°.
Age des embryons : 50 à 54 heures.

Les dosages, effectués à intervalles assez rapprochés et par la méthode précédemment indiquée, permettent de suivre les variations de la teneur en amidon.

Résultats. — Deux stades doivent être distingués dans la formation de l'amidon aux dépens du saccharose en présence des solutions salines :

1° L'apparition se manifestant dans les cellules endodermiques quand elles sont distinctes.

2° L'accumulation des grains d'amidon dans la plupart des cellules de l'écorce et du cylindre central : accu-

mulation qui ne débute que lorsque les cellules endodermiques ont déjà acquis leur maximum d'amidon.

a) Les solutions de sublimé et de nitrate d'argent, les solutions concentrées de sulfate de cuivre, ont une action défavorable sur l'apparition comme sur l'accumulation : les concentrations voisines de 1 : 5.000 empêchent complètement la transformation du sucre en amidon.

b) L'action défavorable des solutions ne se manifeste jamais brusquement : elle est toujours précédée d'une période d'inactivité.

c) Les solutions très étendues de sulfate de cuivre paraissent favoriser l'accumulation de l'amidon ; la concentration optimum est voisine de 1 : 10.000.000.

d) La concentration limite rendant impossible l'accumulation, est souvent inefficace contre la saccharification et, quand l'apparition n'est pas suivie d'accumulation, les grains d'amidon formés dans l'endoderme ne tardent pas à disparaître.

IV. — RESPIRATION

La respiration a été étudiée à l'obscurité, et par la méthode de l'atmosphère confinée. Les analyses des gaz recueillis étaient faites au moyen de l'appareil Bonnier-Mangin et toujours en deux opérations distinctes donnant, l'une, le volume d'oxygène absorbé, l'autre, le volume de gaz carbonique rejeté et avec une erreur relative inférieure à $4\text{-}10^{-4}$

Dans l'évaluation des volumes gazeux, on a pris en considération l'espace occupé par les organes en expérience, et les résultats ont été rapportés à « l'azote final » dont le volume demeure invariable au cours de l'expérience.

D'autre part, étant donné le rôle prépondérant attribué par Palladine aux hydrocarbones dans les oxydations intracellulaires, il y avait lieu de ne mettre en expérience

que des organes de richesse en hydrocarbones assez grande et surtout aussi constante que possible.

Pour cela, les embryons de haricots et les bourgeons étiolés de fèves, privés de leur amidon par séjour prolongé à l'obscurité, demeurent, pendant 24 heures en contact avec une solution de saccharose à 10 %, puis sont portés sur les solutions salines sucrées contenant 10 % de sucre.

La présence du saccharose a pour résultat, tout en rendant négligeable l'influence possible des blessures, de renforcer les divers coefficients respiratoires (1) (0 gramme-heure, CO^2 gramme-heure, $\frac{CO^2)}{O}$ et de rendre par suite moins sensibles les erreurs d'expérience.

Quant au pouvoir « antitoxique » parfois attribué aux solutions alcalines d'hydrocarbones, je n'en ai relevé aucune manifestation ; la non-alcalinité du milieu était peut-être peu favorable à la formation d'ions complexes antitoxiques.

Résultats : *Bourgeons.* — $HgCl^2$.

a) Pendant les premières heures, le sublimé provoque une augmentation des volumes des gaz absorbé ou rejeté : les coefficient CO^2 gramme-heure et 0 gramme-heure subissent des variations sensiblement parallèles ; atteignent leur maximum sur les solutions étendues (1 : 1.000.000) et leur minimum sur la solution 1 : 50.000.

Le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ surpasse légèrement le rapport normal dans le cas des solutions très concentrées, mais lui est inférieur dans les autres cas et atteint son minimum sur la solution 1 : 50.000.

b) Après trois heures, l'action favorable se prolonge mais devient toutefois moins nette pour les solutions concentrées, et il n'y a plus correspondance dans les variations des divers coefficients.

---

(1) Maige et Nicolas. *Influence de quelques sucres sur la respiration. Ann. Sc. Nat. Bot.* : 9e Série XII-315-1911.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie en sens inverse de la concentration : inférieur au rapport normal pour les solutions concentrées, il lui est supérieur pour les solutions étendues et présente son maximum sur la solution 1 : 1.000.000.

Bourgeons. — $Ag\ NO^3$.

a) Durée du séjour : une heure.

Les solutions concentrées favorisent l'émission de gaz carbonique et l'absorption d'oxygène ; les solutions diluées agissent en sens contraire. Les coefficients CO^2 gramme-heure et 0 gramme-heure subissent des variations sensiblement parallèles : maximum pour concentration 1:5.000, minimum pour concentration 1: 1.000.000

Le quotient respiratoire n'atteint sa valeur normale que sur les solutions concentrées : il est maximum pour concentration 1 : 5.000.

b) Séjour de trois heures. Le mode d'action des solutions est renversé, seules les solutions diluées exercent une action favorable.

Le quotient respiratoire demeure inférieur au rapport normal : il est maximum pour la concentration 1 : 5000 et minimum pour 1 : 50.000.

Bourgeons. — $Cu\ SO^4$.

Les solutions concentrées favorisent d'abord les échanges gazeux, mais les coefficients CO^2 gr-heure et 0 gr-heure diminuent quand augmente la durée de l'expérience et, pour un séjour prolongé, on constate qu'il existe une solution diluée optimum. Les deux coefficients varient parallèlement et ont leur valeur minimum sur la solution 1 : 50.000.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ s'élève avec la concentration : d'abord supérieur au rapport normal et maximum pour la solution 1 : 10.000, il diminue ensuite, devient inférieur au rapport normal et minimum pour la solution 1 : 1.000.000.

Embryons :

1° *Ag NO³*. — Les solutions concentrées qui, au début, renforcent le phénomène respiratoire ne tardent pas à manifester une action défavorable, quand on prolonge la durée de l'expérience.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$, supérieur au rapport normal dès les premières heures, décroit ensuite assez rapidement et atteint des valeurs inférieures à la normale.

2° *Hg Cl²*. — Le sublimé se comporte comme le nitrate d'argent, mais il n'y a pas dans ce cas parallèlisme entre les variations des coefficients CO^2 gr-heure et 0 gr-heure. Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est supérieur au rapport normal.

3° *Cu SO⁴*. — Les solutions concentrées n'agissent favorablement que pendant les premières heures : les solutions diluées conservent leur action favorable au bout d'une vingtaine d'heures ; il n'y a pas correspondance dans les variations des coefficients CO^2 gr-heure et 0 gr-heure. Le rapport $\frac{CO^2}{O}$, peu différent du rapport normal au bout de la première heure, s'élève quand on prolonge l'expérience et atteint sa valeur maximum pour les solutions étendues.

Poids secs. — Les variations irrégulières constatées dans les poids secs, après de très courts séjours sur les solutions, indiquent une pénétration très lente de la substance dissoute. Après une vingtaine d'heures de séjour sur les solutions, les organes présentent des poids secs inférieurs au poids sec normal et variant en sens inverse de la concentration.

V. — RÉSULTATS GÉNÉRAUX — DISCUSSION

Les résultats de nos expériences sont concordants et se résument succintement de la façon suivante :

1° Toutes les solutions aqueuses de $HgCl^2$ et de $AgNO^3$, les solutions concentrées de $CuSO^4$ ont, dans les conditions indiquées, une action nettement défavorable sur la plupart des phénomènes cellulaires : croissance, division, saccharification de l'amidon, amylogénèse.....

Les solutions diluées de $CuSO^4$ peuvent, pendant un temps limité, renforcer ces divers phénomènes et il existe une concentration optimum.

2° Au point de vue des échanges gazeux, et pour une durée moyenne déterminée de l'expérience, il existe pour chaque solution une concentration optimum au dessous de laquelle l'excitation décroit tandis qu'au dessus l'action toxique se manifeste par un ralentissement de plus en plus accentué. Pour une durée suffisante de l'expérience, les solutions « excitantes » optima finissent par devenir « inactives » puis « inhibitrices ».

3° L'action sur les tissus de la plante vivante n'est qu'indirecte ; elle semble surtout d'ordre physico-chimique et s'exerce par l'intermédiaire du protoplasme vivant. Celui-ci se montre imperméable aux sels étudiés qui finissent par le tuer, vraisemblablement en le coagulant, et en agissant de la périphérie vers le centre.

Mais les causes de la coagulation du protoplasme vivant nous sont inconnues, et il en est de même de sa constitution ; son principal caractère semble précisément résider dans son extrême instabilité.

D'autre part, la cellule nous présente au point de physico-chimique des oscillations continuelles, un état d'équilibre instable qui ne cesse qu'au moment de la mort. Dissocier les actions multiples en jeu dans la cellule semble donc très difficile sinon impossible.

Confirmant les idées de Claude Bernard : « Les diastases constituent en définitive le secret de la vie » ; les récentes découvertes nous montrent de plus en plus les ferments comme étant la clef des processus biologiques intracellulaires ; mais nos connaissances sur les propriétés des ferments sont si restreintes qu'on peut, a priori, déclarer peu possible l'étude du métabolisme cellulaire avec quelque précision.

Pour ces raisons entre autres, il faudra nous contenter actuellement d'enregistrer simplement le résultat global de l'expérience.

a) L'étude de la croissance montre que celle-ci est d'autant plus faible que la concentration de la solution est plus forte. Ce résultat découle de la double action exercée par la solution saline. La pénétration de l'eau de la solution dans les cellules, qui provoque l'augmentation de turgescence et de volume, est d'autant plus faible que la pression osmotique de la solution est plus élevée, c'est-à-dire la concentration plus forte.

En outre, la quantité de substance active, pour un volume déterminé de la solution, augmente avec la concentration.

Quant au pouvoir excitant, il ne doit pas être attribué au seul sulfate de cuivre, à l'exclusion de l'azotate d'argent et du sublimé : il est probable que pour des dilutions suffisantes, trop grandes pour demeurer dans les limites restreintes de nos expériences, les solutions de $Ag\,NO^3$ et de $Hg\,Cl^2$ peuvent agir momentanément comme excitants biologiques.

b) Quels que soient la signification et le rôle attribués à l'amidon dans la vie cellulaire, la formation d'amidon aux dépens du sucre et la saccharification de l'amidon sont deux phénomènes inverses, provoqués par des diastases et en relation étroite avec la croissance. Il n'est donc pas exagéré d'imputer le mode d'action des solutions salines aux propriétés nettement « antidiastasiques » des molécules ou des ions des substances dissoutes.

c) Les variations de l'intensité respiratoire résultent de l'influence exercée par la substance dissoute sur le protoplasme vivant ; la cellule réagit, lutte pour le maintien de sa structure primitive et l'intégrité de ses fonctions.

Quant aux modes d'action possibles de la substance dissoute, ils peuvent se ramener aux suivants :

1° Le sel jouerait le rôle de véhicule de l'oxygène atmosphérique. S'il en était ainsi, le nombre des cellules demeurant sensiblement invariable dans les organes mis en expérience, l'excitation devrait augmenter avec la richesse de la solution, tout au moins bien au-delà de la limite à partir de laquelle on constate au contraire un ralentissement dans la respiration.

2° Modification des propriétés du milieu ; en particulier de l'état électrique, dont l'influence est prépondérante dans la coagulation des albuminoïdes protoplasmiques.

3° Action sur les réactions donnant naissance à des substances non nécessaires mais favorables à la respiration. Cette action s'exerce en particulier dans les transformations intracellulaires des hydrates de carbone.

4° Action sur les enzymes respiratoires ou sur la transformation des « zymogènes » en enzymes respiratoires.

L'influence exercée par les substances dissoutes sur l'activité des enzymes, et principalement sur leur formation, nous semble devoir être surtout prise en considération. Bien que nos expériences soient actuellement insuffisantes pour nous permettre toute affirmation, nous croyons pouvoir remarquer que leur confirmation tendrait à faire attribuer aux poisons minéraux étudiés une influence sur la respiration assez semblable à celle que Palladin (1) a mise en évidence pour divers alcaloïdes.

---

(1) W. Palladin : Ueber die Wirkung von Giften. Jahrb. f. wiss. Bot. CLVII-431-1910.

Fait au Laboratoire de Physiologie végétale de la Faculté des Sciences d'Alger.

Alger, avril 1912.

P. TOURBEZ.

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

1° *La pollination.*

2° *Les Urédinales.*

Vu et approuvé :

Alger, le 25 avril 1912.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

E. FICHEUR.